



KAUFMAN & BROAD
17 quai du président Paul DOUMER
CS 90001
92 672 Courbevoie CEDEX

KAUFMAN  BROAD

ETUDE DE FAISABILITE EN APPROVISIONNEMENT DES ENERGIES

Construction de logements collectifs

Cannes-Ecluse (77)

« Les Cailloux » - D606 Chemin des graviers

Établi par :

Rosalie DELANNOY
camille.brejon@pouget-consultants.fr

Relu par :

Camille BREJON
camille.brejon@pouget-consultants.fr

N° de Dossier :

22C318

Niveau de performance

RE2020

Certifications

-

PHASE	Indice	Date	Modifications
APS	00	28/10/2022	-



www.pouget-consultants.fr

contact@pouget-consultants.fr

SIÈGE SOCIAL : 81, rue Marcadet | 75018 PARIS FRANCE
Tél : +33 (0)1 42 59 53 64 | Fax : +33 (0)1 42 52 83 47

AGENCE NANTES : 4, place François II | 44200 NANTES FRANCE
Tél : +33 (0)2 40 12 21 22 | Fax : +33 (0)2 40 12 21 26

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	3
1.1. LA RE2020 ET SES EXIGENCES	3
1.2. ETUDE DE FAISABILITE DES APPROVISIONNEMENTS EN ENERGIE	4
2. PRESENTATION DU PROJET	5
2.1. DESCRIPTIF	5
2.2. VISUALISATION DU PROJET	5
3. DEFINITION DE LA SOLUTION DE BASE	6
3.1. BATI ET ENVELOPPE	6
3.2. EQUIPEMENTS DE GENIE CLIMATIQUE	7
4. PASSAGE EN REVUE DES VARIANTES	8
5. DEFINITION DES VARIANTES A ETUDIER	9
5.1. BASE : CHAUDIERE GAZ COLLECTIVE + PHOTOVOLTAÏQUE	9
5.2. VARIANTE 1 : CHAUFFERIE BOIS	9
5.3. VARIANTE 2 : POMPE A CHALEUR AIR/EAU	9
5.4. VARIANTE 3 : POMPE A CHALEUR EAU/EAU + SONDE GEOTHERMIQUE	9
5.5. VARIANTE 4 : CHAUDIERE GAZ COLLECTIVE + ECS SOLAIRE	10
6. COUTS D'EXPLOITATION	11
7. RESULTATS	12
8. ANALYSES ET CONCLUSIONS	13

1. INTRODUCTION

1.1. LA RE2020 et ses exigences

Besoins bioclimatiques : $B_{bio} < B_{bio_max}$

- Objectif d'une valeur moyenne de 65 points en logements collectifs ;
 - Exigence de limitation des besoins en énergie pour les composantes liées au bâti : chauffage, refroidissement (que le bâtiment soit climatisé ou non) et éclairage ;
- ⇒ Rend compte de la qualité de la conception bioclimatique du bâtiment (compacité, éclairage naturel, orientation, ...) et de son isolation, indépendamment du choix des équipements de génie climatique.

Consommation d'énergie primaire : $C_{ep} < C_{ep_max}$

- Objectif d'une valeur moyenne de 85 kWhEP/m².an en logements collectifs ;
 - 6 usages pris en compte : chauffage, production d'eau chaude sanitaire, refroidissement (que le bâtiment soit climatisé ou non), éclairage, auxiliaires (ventilateurs, pompes de distribution chauffage et ECS) et déplacements des occupants à l'intérieur des bâtiments (éclairage et ventilation des parkings, éclairage des circulations, ascenseurs).
- ⇒ Renforce les exigences sur l'efficacité des équipements, incite à l'autoconsommation de la production électrique et à la récupération de chaleur.

Consommation d'énergie primaire non renouvelable : $C_{ep, nr} < C_{ep, nr_max}$

- Objectif d'une valeur moyenne de 70 kWhEP/m².an en logements collectifs ;
 - 6 usages pris en compte : chauffage, production d'eau chaude sanitaire, refroidissement (que le bâtiment soit climatisé ou non), éclairage, auxiliaires (ventilateurs, pompes de distribution chauffage et ECS) et déplacements des occupants à l'intérieur des bâtiments (éclairage et ventilation des parkings, éclairage des circulations, ascenseurs).
- ⇒ Incite à réduire l'usage des énergies non renouvelables (fossiles, électricité) et à recourir davantage à des énergies renouvelables.

Impact sur le changement climatique de la consommation d'énergie primaire :

$I_{c\acute{e}nergie} < I_{c\acute{e}nergie_max}$

- Objectif d'une valeur moyenne de 560 kqCO₂/m² sur 50ans en logements collectifs jusqu'en 2024 ;
 - 6 usages pris en compte : chauffage, production d'eau chaude sanitaire, refroidissement (que le bâtiment soit climatisé ou non), éclairage, auxiliaires (ventilateurs, pompes de distribution chauffage et ECS) et déplacements des occupants à l'intérieur des bâtiments (éclairage et ventilation des parkings, éclairage des circulations, ascenseurs).
- ⇒ vise à diminuer l'impact sur le climat de la phase d'exploitation des bâtiments. Ceci permet d'inciter au recours à des sources d'énergie décarbonées.

Impact sur le changement climatique des composants du bâtiment :

$I_{c\acute{c}onstruction} < I_{c\acute{c}onstruction_max}$

- Objectif d'une valeur moyenne de 740 kqCO₂/m² sur 50ans en logements collectifs jusqu'en 2024 ;
 - Représente l'impact des contributions « Composants » et « Chantier », c'est le bilan des produits de construction et équipements et de leur mise en œuvre.
- ⇒ vise à diminuer l'impact sur le climat des bâtiments en prenant en compte les émissions de gaz à effet de serre sur son cycle de vie (de la fabrication des composants à la fin de vie du bâtiment). Ceci permet d'inciter le recours à des modes constructifs qui émettent peu de gaz à effet de serre ou qui permettent d'en stocker, tels que le recours aux matériaux biosourcés.

L'approche dynamique prend en compte la temporalité des émissions et les effets du stockage de carbone. Plus une émission a lieu tôt, plus son impact est important sur le réchauffement climatique ; plus elle est tardive, plus son impact est faible.

Seules les données environnementales (FDES, PEP, DED) issues de la base de données INIES sont utilisables.

Degrés-heures d'inconfort en été : $DH < DH_max$

- Objectif d'une valeur de 1250 °C.h pour chaque zone du bâtiment ;
 - Exigence de limitation de l'inconfort perçu par les occupants sur l'ensemble de la saison chaude ;
- ⇒ Exprime la durée et l'intensité des périodes d'inconfort dans le bâtiment sur une année, lorsque la température intérieure est supposée engendrer de l'inconfort.

Exigences de moyens

- Une surface minimale de menuiseries de $1/6 \times \text{SHAB}$ est à respecter (A vérifier sur le projet) ;
- Un ratio de transmission thermique linéique moyen global, des ponts thermiques du bâtiment ne doit pas excéder $0,33 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$;
- Un coefficient de transmission thermique linéique moyen des liaisons entre les planchers intermédiaires et les murs donnant sur l'extérieur ou un local non chauffé, L9, ne doit pas excéder $0,6 \text{ W/(m.K)}$;
- Un test de perméabilité à l'air en fin de chantier sera obligatoire et devra respecter $1,0 \text{ m}^3/\text{h/m}^2$ pour les logements collectifs et de $0,6 \text{ m}^3/\text{h/m}^2$ pour les maisons individuelles.
En cas de mesure par échantillonnage, la valeur obtenue devra être majorée de 20% pour les projets soumis à la RE2020.
- Dans les bâtiments et parties de bâtiments à usage d'habitation, afin de s'assurer qu'il fonctionne correctement, tout système de ventilation du bâtiment est vérifié, et ses performances sont mesurées par une personne reconnue compétente par le ministre chargé de la construction.
- Le facteur solaire des menuiseries des locaux autres qu'à occupation passagère devra être inférieur à la valeur S_{max} , fonction de la zone climatique, de l'altitude, et de l'exposition au bruit.
- Les baies d'un même local autre qu'à occupation passagère s'ouvrent sur au moins 30 % de leur surface totale.

1.2. Etude de faisabilité des approvisionnements en énergie

La présente étude vise à répondre aux exigences de l'arrêté du 09/12/21 définissant les études de faisabilité des approvisionnements en énergie pour l'opération de construction d'une résidence étudiante à Chatillon (92).

L'objectif de cette étude est de comparer les informations suivantes pour un système pressenti et un certain nombre de solutions techniques :

- Consommation conventionnelle en $\text{kWhEP/m}^2 \text{Shab.an}$ et MWhEP/an ;
- Émissions de GES en $\text{kgCO}_2/\text{m}^2 \text{Shab.an}$ et Tco_2/an ;
- Classes « énergie » et « climat » au sens du DPE construction ;
- Coût d'exploitation en €TTC/an ;
- Coût d'investissement en €TTC ;
- Temps de retour brut ;
- Avantages et inconvénients.

Un argumentaire sera développé pour chaque solution écartée du fait des spécificités du projet (localisation, usage, taille, etc.).

Il ne s'agit pas de faire une étude très précise en phase pré-PC, de ce fait nous aurons recours à des ratios estimatifs et retours d'expérience dans les différents domaines concernés de façon à répondre au mieux aux exigences de l'arrêté cité ci-avant.

2. PRESENTATION DU PROJET

2.1. Descriptif

Localisation	Sainte-Adresse (76)
Zone climatique	H1a
Nombre de niveaux	R+1 + Combles
Nombre de logements / Typologie	18 - 12T2 + 6T3
SHAB (m ²)	890
Plans du	28/10/2022
Performance énergétique visée	RE2020
Labels & Certifications	-
Mode constructif étudié	Brique de terre cuite (R=1.5) Plancher Béton

2.2. Visualisation du projet



La présente étude est menée sur le bâtiment collectif de 18 logements, représentatif de l'opération. Les maisons individuelles sont exclues du dispositif d'étude de faisabilité.

3. DEFINITION DE LA SOLUTION DE BASE

3.1. Bâti et enveloppe

Poste	Description
Murs extérieurs	Voile béton + isolation intérieure par 140+20mm de polystyrène expansé Th30 (160mm fini)
Murs / locaux non chauffés	Voile béton + isolation intérieure par 120+20mm de polystyrène expansé Th30 (140mm fini)
Plancher bas / Sous-sol	Dalle béton + isolation sous chape flottante par 120mm de polyuréthane
Plancher sur locaux techniques ou locaux non-chauffés	Dalle béton + isolation rapportée en sous face par 150mm de fibrastyrène TH33
Toiture terrasse accessible	Dalle béton + isolation sous étanchéité par 100mm de polyuréthane Th22
Toiture terrasse inaccessible	Dalle béton + isolation sous étanchéité par 200mm de polyuréthane Th22
Combles aménagés (rampants)	Charpente bois + isolation intérieure en deux couches par 400mm de laine de verre Th32
Menuiseries extérieures	Menuiseries bois-alu + double vitrage 4 / WE 16 Argon / TBE 4 Transmission thermique : $U_w \leq 1,30W/m^2K$ Facteur solaire : $S_{wc} \geq 0,40$ Transmission Lumineuse : $T_l \geq 0,57$
Fermetures / Protections solaires	Volets roulants PVC ($S_{we} \leq 0,03$) avec gestion manuelle Coffres de volets roulants à isolation renforcée : $U_c \leq 1,20W/m^2.K$
Traitement des ponts thermiques	<u>Plancher bas:</u> Traité par l'isolation sous chape flottante et l'isolation intérieure
	<u>Rives des plancher intermédiaire :</u> Traité par planelles sur 100% du linéaire ($\Psi_{traité}=0.30$)
	<u>Balcons :</u> Traité par rupteurs de ponts thermiques sur 100% du linéaire ($\Psi_{traité}=0.44$)
	<u>Refends :</u> Rien à signaler
	Menuiseries extérieures : ITI : Posées au nu intérieur du doublage
Etanchéité à l'air	Traitée, jusqu'à « I4 » $\leq 0,60 m3/h/m^2$ sous 4Pa (par échantillonnage). Joints de pose de menuiseries, calfeutremments entre corps d'états, mesures intermédiaires et test en fin de chantier.

Important :

La surface totale des baies, mesurée en tableau, est supérieure ou égale à 1/6 de la surface habitable, telle que définie par l'article R.* 111-2 du code de la construction et de l'habitation.

De plus, afin de limiter les déperditions thermiques, les sensations de parois froides et les risques de surchauffe en été, ce ratio devra être inférieur à 1/4.

3.2. Equipements de génie climatique (base comparative)

Poste		Description
Chauffage et production d'ECS	Production	<p>Production de chauffage par chaudière gaz collective, type X, de la sté ATLANTIC :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Puissance chauffage estimée : 40 kW ; - Puissance ECS estimée : 50 kW ; <p>Ballons préparateurs ECS :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacité : 1 x 1000 L ; - Pertes : 1 x 3,7 W/K ; <p>Valeurs certifiées ;</p>
	Régulation	Régulation par horloge à heure fixe et sonde de température extérieure.
	Emission	Radiateurs à eau chaude avec robinets thermostatiques à régulation terminale certifiée EUBAC (Coefficient d'Aptitude CA=0,20K).
	Distribution	<p>Les réseaux de distribution hors volume chauffé et en gaine technique seront calorifugés, au minimum par une isolation de classe 3 (Cf. NF EN 12828).</p> <p>Les réseaux de distribution horizontale à l'intérieur des logements seront sous fourreaux.</p>
Plomberie	Production	Production d'eau chaude sanitaire par chaudière gaz collective précédemment décrite.
	Emission	Mitigeurs mécaniques ou mélangeurs.
	Distribution	<p>Les réseaux de distribution d'ECS hors volume chauffé et en gaine technique seront calorifugés, au minimum par une isolation de classe 3 (Cf. NF EN 12828).</p> <p>Les réseaux de distribution horizontale à l'intérieur des logements seront sous fourreaux.</p>
Ventilation	<p>VMC Simple Flux Hygroréglable de type B, caisson d'extraction basse consommation.</p> <p>La classe d'étanchéité des réseaux aérauliques sera de classe A :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prévoir accessoires à joints - Test intermédiaire validant le respect de cette valeur en cours de chantier (Réseaux aérauliques encore visibles) <p>Mesure obligatoire en fin de chantier par un organisme agréé.</p>	

4. PASSAGE EN REVUE DES VARIANTES

Les variantes sont étudiées en fonction de la faisabilité par rapport au site et au projet.

ÉNUMÉRATION DES SOLUTIONS A ÉTUDIER ET ADAPTABILITÉ AU SITE			
Solution	Contraintes techniques	Contraintes géographiques	Faisabilité
Chaudière à Condensation	Création d'une chaufferie. Intégration du conduit de fumées. Inadapté à la performance énergétique visée.	Réseau de gaz naturel à proximité	Base comparative
Electrique direct	Augmentation de la puissance appelée. Inadapté à la performance énergétique visée.	-	Non étudié
Solaire photovoltaïque	Montage financier à réaliser. Implantation des capteurs et des onduleurs en toiture.	Intérêt grandissant avec l'ensoleillement local. Masques prohibés, orientation et inclinaison satisfaisantes.	A étudier
Solaire Thermique	Création / agrandissement du local technique. Implantation des capteurs en toiture.	Intérêt grandissant avec l'ensoleillement local. Masques prohibés, orientation et inclinaison satisfaisantes.	A étudier
Chaufferie bois	Emprise importante pour chaufferie et stockage du bois. Intégration du conduit de fumée.	Prévoir accès pour approvisionnement. Vérifier l'existence d'une filière locale.	A étudier
Eolien	Espace dégagé autour du bâtiment ou intégration en toiture. Offre industrielle non éprouvée.	Difficulté d'insertion en milieu urbain	Non étudié
Pompe à chaleur géothermique	Création d'un local technique.	Surface de parcelle suffisante pour les travaux de forage géothermique (dimensionnement et espacement des sondes).	A étudier
Réseau de chaleur urbain	Création d'une sous-station en limite de propriété.	Pas de réseau à proximité.	Non étudié
Cogénération	Montage financier à réaliser. Offre industrielle non éprouvée.	Réseau de gaz naturel à proximité.	Non étudié
Pompe à chaleur aérothermique	Création d'un local technique. Implantation de l'unité extérieure	Nuisances sonores à gérer	A étudier
Chauffe eau thermodynamique	Création / agrandissement du local technique. Implantation de l'unité extérieure.	Nuisances sonores à gérer	Non étudié

5. DEFINITION DES VARIANTES A ETUDIER

5.1. Base : Chaudière gaz collective + photovoltaïque

Base comparative - Non conforme à la RE2020

Des chaudières gaz à condensation disposées en cascade sont raccordées au gaz de ville et prennent en charge la production d'ECS et de chauffage.

Contraintes techniques :

- Intégration d'un conduit de fumées (visitable seulement si $P > 300\text{kW}$).

Photovoltaïque :

- Installation en toiture inaccessible de 35 unités de panneaux solaires.
- Puissance unitaire.....330 Wc
- Surface de panneaux solaires..... 60 m²

5.2. Variante 1 : Chaufferie bois

Principe : Une chaudière à bois prend en charge la production d'ECS et de chauffage.

Contraintes techniques supplémentaires :

- Intégration d'un conduit de fumées (visitable seulement si $P > 300\text{kW}$).
- Prévoir un local de taille suffisante en vue de l'installation des équipements et du stockage du combustible.
- Création d'un accès pour l'approvisionnement.

5.3. Variante 2 : Pompe à chaleur Air/Eau

Chauffage et ECS : Production de chauffage et ECS par pompe à chaleur aérothermique.

Un cycle thermodynamique transforme les frigories contenues dans l'air extérieur en chaleur.

Contraintes techniques supplémentaires :

- Intégration des unités extérieures et gestion des nuisances acoustiques ;
- Agrandissement du local technique pour stockage ECS.

5.4. Variante 3 : Pompe à chaleur Eau/eau sur sondes géothermiques

Chauffage et ECS : Production de chauffage et ECS par pompe à chaleur eau glycolée/eau puisant l'énergie stockée dans le sol, par l'intermédiaire de sondes verticales.

Un cycle thermodynamique transforme les calories contenues dans le sol en chaleur.

Contraintes techniques supplémentaires :

- Intégration des unités extérieures et gestion des nuisances acoustiques ;
- Agrandissement du local technique pour stockage ECS ;
- Travaux de forage pour installations des sondes.

5.5. Variante 4 : Chaudière gaz collective + ECS solaire

Les chaudières gaz à condensation disposées en cascade sont raccordées au gaz de ville et prennent en charge la production de chauffage.

La toiture est équipée de capteurs solaires thermiques, ils absorbent le rayonnement solaire et chauffent le fluide caloporteur. La chaleur est ensuite transmise au ballon d'eau chaude par l'intermédiaire d'un échangeur. L'eau est alors réchauffée et peut être utilisée. Lorsque que le rayonnement est insuffisant, c'est la chaudière gaz à condensation qui assure le complément.

Contraintes techniques :

- Intégration d'un conduit de fumées (visitable seulement si $P > 300 \text{kW}$).

Capteurs solaires :

- Installation en toiture inaccessible de 10 unités de capteurs solaires.
- Type de panneaux..... Solar Plan 230V
- Surface de capteurs solaires..... 25 m²

6. COUTS D'EXPLOITATION

Le coût d'exploitation annuel comprend les éléments suivants :

- Chauffage ;
- Eau chaude sanitaire ;
- Auxiliaires ;
- Autres usages immobiliers ;
- Abonnements ;
- Maintenance.

Les consommations en kWh sont issues du moteur Th-BCE 2020 pour le chauffage, et de ce fait n'ont pas pour vocation à représenter la consommation réelle pour les usages de la RE2020 (chauffage, ECS, auxiliaires).

Le tableau ci-dessous ne prend pas en compte les usages domestiques.

Solutions étudiées				COUTS D'EXPLOITATION [€/TT€/an]							
Variante	Description	Energie Chauffage Majoritaire	Energie ECS Majoritaire	Consommation d'énergie (compris abonnements)				Energie exportée	Maintenance	TOTAL [€/an]	TOTAL [€/m²/an]
				Chauffage	Refroidissement	Eau Chaude Sanitaire	Autres usages immobiliers				
Base	Gaz coll. +PV	Gaz collectif	Gaz collectif	2 688	0	2 564	769	27	1 440	7 434	8
V1	Bois	Bois - Autres	Bois - Autres	1 028	0	1 234	904	0	2 160	5 326	6
V2	PAC DU	Electricité	Electricité	1 769	0	1 361	1 013	0	1 080	5 223	6
V3	PAC Géothermique	Electricité	Electricité	18	0	1 531	851	0	1 080	3 480	4
V4	Gaz coll. +ST	Gaz collectif	Gaz collectif	2 649	0	1 507	890	0	1 980	7 027	8

7. RESULTATS

Les chiffres annoncés ci-dessous ne tiennent pas compte des subventions éventuelles, ni de l'évolution du prix de l'énergie.
Les coûts d'investissements sont donnés à titre indicatif pour les lots chauffage, ventilation, plomberie-sanitaires et électricité.

	Base	V1		V2		V3		V4	
	Gaz coll. +PV	Bois	V1 / Base	PAC DU	V2 / Base	PAC Géothermique	V3 / Base	Gaz coll. +ST	V4 / Base
Consommation d'énergie [kWh _{EP} /m ² _{SHAB} /an]	77	90	13	55	-22	52	-25	63	-14
Consommation d'énergie [MWh _{EP} /an]	69	80	11	49	-20	46	-23	56	-13
Emission de GES [kg _{CO2} /m ² _{SHAB} /an]	17	2	-15	1	-16	1	-16	13	-4
Etiquette globale	C	B		A		A		C	
Etiquette climat	C	A		A		A		C	
Coût d'exploitation [€ _{TC} /an]	7 434	5 326	-2 108	5 223	-2 211	3 480	-3 955	7 027	-407
Coût d'investissement [€ _{HT}]	523 872	559 872	36 000	520 992	-2 880	640 162	116 290	519 072	-4 800
Temps de retour (hors subventions et évolution du prix de l'énergie) [années]		17		-1		29		-12	
Avantages		Réduction des émissions de GES		Réduction des consommations énergétiques Réduction des émissions de GES		Réduction des consommations énergétiques Réduction des émissions de GES		Réduction des consommations énergétiques	
Inconvénients	Non conforme à la RE2020	Hausse des consommations énergétiques		Coût d'investissement important		Coût d'investissement important			

8. ANALYSES ET CONCLUSIONS

La solution de base est la solution où le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire sont assurés par une chaudière gaz collective et panneaux solaires. Cette solution n'est **pas conforme à la RE2020** puisqu'elle ne satisfait pas l'indicateur Cep_{nr} . Il s'agit d'une solution comparative.

La première variante, est une solution de production d'eau chaude sanitaire et de chauffage par chaufferie bois collective. Cette solution présente un coût d'investissement relativement élevé mais permet de limiter les émissions de gaz à effet de serre relatives aux consommations d'énergie. Cette solution implique un certain nombre de contraintes techniques, notamment pour l'accessibilité liée à la livraison et le stockage du combustible

La deuxième variante avec PAC double service présente un excellent rendement de chauffage et d'ECS et permet ainsi de réduire les consommations énergétiques et les émissions de gaz à effet de serre.

Là encore, les évolutions du coût de l'électricité, bien que mieux maîtrisées que celle du gaz, rend le calcul de coût d'exploitation projeté incertain.

Attention cependant à la multiplication d'éléments techniques en toiture et à leur intégration vis-à-vis des bâtiments voisins et d'éventuelles nuisances acoustiques.

La troisième variante avec PAC géothermique, est une solution d'avenir puisqu'elle permet d'exploiter les calories présentes dans le sol permettant une réduction des consommations d'énergie, mais aussi, des émissions de gaz à effet de serre qui y sont associées.

Le coût d'investissement de cette solution est plus important mais peut faire l'objet, dans certaines conditions, d'aides au financement (« Fond chaleur »).

Là encore, les évolutions du coût de l'électricité, bien que mieux maîtrisées que celle du gaz, rend le calcul de coût d'exploitation projeté incertain.

La dernière variante en chaudière gaz collective et solaire thermique est la plus intéressante du point de vue des coûts d'investissement, cependant, elle ne permet qu'une réduction modérée des consommations énergétiques et des émissions de gaz à effet de serre.

La solution la plus pertinente est donc la deuxième variante. En effet, la pompe à chaleur est l'une des solutions dont le coût d'investissement est le plus faible. De plus, elle offre la possibilité de limiter les consommations d'énergie ainsi que les émissions de gaz à effet de serre. En comparaison avec une installation « Gaz collectif et panneaux photovoltaïque », cette solution peut être rentable dès la première année.

L'ensemble des solutions évoquées sont analysées au regard des contraintes énergétiques de la RE2020, mais elles doivent également faire l'objet d'une vérification sur le volet carbone de la réglementation. Et ceci afin de garantir la compatibilité globale du projet avec la RE2020.

NB : Il est important de noter que cette étude est réglementaire et réalisée sur la base d'hypothèses conventionnelles. Les consommations définies ici ne sont donc pas parfaitement représentatives des futures factures d'exploitation des bâtiments. De plus, les conclusions de l'étude sont fortement liées aux évolutions futures des prix de l'énergie qui demeurent incertaines.